



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110048869 A

(43)申请公布日 2019. 07. 23

(21)申请号 201810039330.X

(22)申请日 2018.01.16

(71)申请人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72)发明人 刘金娣 李栋 俞雪婷 曾鹏
于海斌

(74)专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 王倩

(51)Int.Cl.

H04L 12/24(2006.01)

H04L 12/26(2006.01)

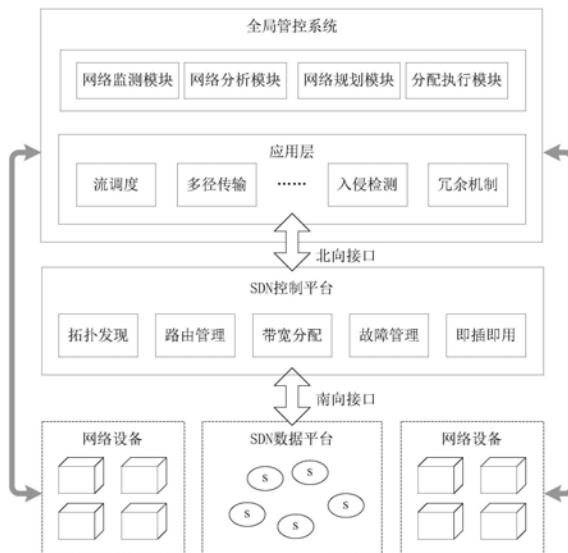
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54)发明名称

面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法和系统

(57)摘要

本发明提供了面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法和系统。本发明提出的网络资源分配方法和系统是为了支持工业SDN网络中多种业务类型的不同QoS需求,该系统主要包括网络状态监测、网络状态分析、网络资源规划和资源分配执行模块。本发明提出的资源分配方法是一种二级资源分配机制,首先为不同类型的业务分配不同的网络资源片,然后根据同类业务流的不同优先级进行排队并分配传输时间窗口,该方法能够保障不同类型的业务都能正常传输,同时满足同类高优先级的业务QoS需求。通过本发明的方法和系统,能够为工业时间敏感网络分配最优的网络资源,满足不同应用的QoS需求,提高网络的实时性和资源利用率。



CN 110048869 A

1. 面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法,其特征包括以下步骤:

网络状态监测模块,通过南向接口收集的实时网络状态信息,建立网络全局状态视图并保存;

网络分析模块,对网络全局状态视图进行分析,并建立网络状态模型,得到网络状态变化规律,用于规划网络资源片方案;

网络资源规划模块,为不同业务类型分配不同的网络资源片,构成网络配置方案;

资源分配执行模块,通过SDN架构的南向接口执行网络配置方案。

2. 根据权利要求1所述的面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法,其特征在于,所述实时网络状态信息包括:

网络拓扑信息:设备间的连通性关系;

网络状态信息:数据平台的网络延时、带宽;

设备状态信息:网络中设备的能力、设备地址、设备标识、接口标识。

3. 根据权利要求1所述的面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法,其特征在于,所述网络全局状态视图信息包括:

网络拓扑信息:设备间的连通性关系;

网络状态信息:数据平台的网络延时、带宽;

设备状态信息:网络中设备的能力、设备地址、设备标识、接口标识。

4. 根据权利要求1所述的一种面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法,其特征在于,所述网络分析模块,执行以下步骤:

将设定时间段内网络状态监测模块输出的网络全局状态视图信息,通过训练、学习、建模的过程获得该段时间内网络的状态模型;该状态模型反应此段时间内网络状态的变化规律;网络拓扑、时延、带宽、设备状态作为建模过程的输入数据;网络模型作为建模过程的输出数据。

5. 根据权利要求4所述的面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法,其特征在于,所述网络状态变化规律表示设定时间内实时网络状态信息的变化。

6. 根据权利要求1所述的面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法,其特征在于,所述网络资源规划模块,执行以下步骤:

生成网络资源片方案:根据网络分析模块获得的网络模型设定不同业务的网络资源片方案;所述网络资源片为完成某项业务所需的网络资源集合,包括设备、链路、带宽、接口;

一级资源分配:根据业务类型为各业务类型分配不同的网络资源片,即对于新的业务,先判断业务的业务类型,根据该业务类型选择其对应的网络资源片;

二级资源分配:根据业务优先级,在所选择的网络资源片上设置网络的分配队列和传输时间窗口,构成网络配置方案。

7. 根据权利要求6所述的面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配系统,其特征在于,所述业务类型包括实时业务、近似实时业务、非实时业务;所述实时业务的最大时延不大于10ms;近似实时业务时延在10ms-100ms之间,其他为非实时业务。

8. 根据权利要求1所述的面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配系统,其特征在于,网络状态监控模块实时监测网络状态,当实时网络状态信息中的某信息值超出阈值时,则将实时网络状态信息发送至网络分析模块,重新通过训练学习获得网络状态模型,进而

更新网络资源片方案。

9. 面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配系统,其特征之处在于包括:

网络状态监测模块,用于南向接口收集的实时网络状态信息,建立网络全局状态视图并保存;

网络分析模块,用于对网络全局状态视图进行分析,并建立网络状态模型,得到网络状态变化规律,用于规划网络资源片方案;

网络资源规划模块,用于为不同业务类型分配不同的网络资源片,构成网络配置方案;

资源分配执行模块,用于通过SDN架构的南向接口执行网络配置方案。

面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及工业网络资源管理领域,更具体的说是一种面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法和系统。

背景技术

[0002] 传统的工业网络采用固定资源分配模式,即所有的业务需求在同一个物理网络上实现,这就导致资源的利用率低和网络不灵活问题。随着信息和通信技术的不断发展,工业网络越来越开放,网络承载的业务类型越来越多,传统的资源分配模式难以适应新的网络需求。

[0003] 软件定义网络(Software Defined Network,SDN)的出现为改善制造系统的灵活性提供了新的思路,SDN将数据转发平面和网络控制平面分开,通过执行特定的网络控制逻辑来动态重构网络,基于SDN的虚拟化技术使得网络资源分配更方便灵活。

[0004] 制造系统需要严格的服务质量(QoS)才能正常运行,因为制造系统中的大多数控制对时间敏感,业务传输路径、传输队列、传输的时间窗口都会影响网络传输时延,因此合理的分配网络资源能够满足网络业务的不同QoS需求。因此需要提出一种实时的网络资源分配系统,保证服务质量需求。

发明内容

[0005] 针对上述不足,本发明提出了一种面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法和系统,该系统利用SDN架构的集中式特点,实现全网统一资源分配管理,该方法通过二级资源分配机制提高了网络灵活性和网络利用率,同时保证了工业网络的实时性要求。

[0006] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法,包括以下步骤:

[0007] 网络状态监测模块,通过南向接口收集的实时网络状态信息,建立网络全局状态视图并保存;

[0008] 网络分析模块,对网络全局状态视图进行分析,并建立网络状态模型,得到网络状态变化规律,用于规划网络资源片方案;

[0009] 网络资源规划模块,为不同业务类型分配不同的网络资源片,构成网络配置方案;

[0010] 资源分配执行模块,通过SDN架构的南向接口执行网络配置方案。

[0011] 所述实时网络状态信息包括:

[0012] 网络拓扑信息:设备间的连通性关系;

[0013] 网络状态信息:数据平台的网络延时、带宽;

[0014] 设备状态信息:网络中设备的能力、设备地址、设备标识、接口标识。

[0015] 所述网络全局状态视图信息包括:

[0016] 网络拓扑信息:设备间的连通性关系;

[0017] 网络状态信息:数据平台的网络延时、带宽;

- [0018] 设备状态信息:网络中设备的能力、设备地址、设备标识、接口标识。
- [0019] 所述网络分析模块,执行以下步骤:
- [0020] 将设定时间段内网络状态监测模块输出的网络全局状态视图信息,通过训练、学习、建模的过程获得该段时间内网络的状态模型;该状态模型反应此段时间内网络状态的变化规律;网络拓扑、时延、带宽、设备状态作为建模过程的输入数据;网络模型作为建模过程的输出数据。
- [0021] 所述网络状态变化规律表示设定时间内实时网络状态信息的变化。
- [0022] 所述网络资源规划模块,执行以下步骤:
- [0023] 生成网络资源片方案:根据网络分析模块获得的网络模型设定不同业务的网络资源片方案;所述网络资源片为完成某项业务所需的网络资源集合,包括设备、链路、带宽、接口;
- [0024] 一级资源分配:根据业务类型为各业务类型分配不同的网络资源片,即对于新的业务,先判断业务的业务类型,根据该业务类型选择其对应的网络资源片;
- [0025] 二级资源分配:根据业务优先级,在所选择的网络资源片上设置网络的分配队列和传输时间窗口,构成网络配置方案。
- [0026] 所述业务类型包括实时业务、近似实时业务、非实时业务;所述实时业务的最大时延不大于10ms;近似实时业务时延在10ms-100ms之间,其他为非实时业务。
- [0027] 网络状态监控模块实时监测网络状态,当实时网络状态信息中的某信息值超出阈值时,则将实时网络状态信息发送至网络分析模块,重新通过训练学习获得网络状态模型,进而更新网络资源片方案。
- [0028] 面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配系统,包括:
- [0029] 网络状态监测模块,用于南向接口收集的实时网络状态信息,建立网络全局状态视图并保存;
- [0030] 网络分析模块,用于对网络全局状态视图进行分析,并建立网络状态模型,得到网络状态变化规律,用于规划网络资源片方案;
- [0031] 网络资源规划模块,用于为不同业务类型分配不同的网络资源片,构成网络配置方案;
- [0032] 资源分配执行模块,用于通过SDN架构的南向接口执行网络配置方案。
- [0033] 本发明具有以下优点及有益效果:
- [0034] 1. 本发明能够对工业网络设备进行统一配置管理,提高网络的灵活性,提高网络资源的利用率。
- [0035] 2. 本发明通过虚拟化网络资源片、队列分配、时间窗口分配机制实现二级资源分配,更好的满足不同业务的不同QoS需求。
- [0036] 3. 本发明的二级分配机制本质上是一种闭环控制系统,网络状态实时更新变化将不断影响网络资源分配机制,使得网络资源分配方案灵活合理。

附图说明

- [0037] 图1为本发明的基于SDN的工业网络架构图;
- [0038] 图2为本发明的资源分配系统框图;

- [0039] 图3为本发明的网络状态建模和一级网络资源分配功能流程示意图；
- [0040] 图4为本发明的网络状态建模和一级网络资源分配过程的信息流示意图；
- [0041] 图5为本发明的闭环资源分配方法流程图；
- [0042] 图6为本发明的网络资源虚拟机制示意图；
- [0043] 图7为本发明的二级资源分配流程功能框图；
- [0044] 图8为本发明的方法流程图。

具体实施方式

[0045] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0046] 本发明提出一种面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法和系统,该系统是在SDN控制平面之上的应用层中抽象出一个全局管控系统,体系结构如图1所示。该管控系统用于网络资源统一分配功能模块主要包括网络监控模块、网络分析模块、网络规划模块、网络资源分配执行模块。应用层主要包括的APP功能有流调度、多径传输、入侵监测、冗余机制等。SDN控制平台主要实现的功能包括拓扑发现、路由管理、带宽分配、故障管理、即插即用等。SDN数据平台主要包括支持软件定义的可编程交换机,通过流表定义数据转发规则。

[0047] 本发明中的资源分配系统图如图2所示,包括网络状态监测模块,网络资源分配系统中该模块通过南向接口实时收集网络状态信息,建立网络全局状态视图。网络状态分析模块,是指对网络状态监测阶段获得的网络状态视图进行分析,建立网络状态模型,描述网络状态变化规律,用于预测网络状态并进一步实现网络预配置。网络资源规划模块,该模块分析应用业务的需求,利用前一个阶段获得的网络状态模型信息规划网络资源,通过全局统一规划,配置中心化网络控制逻辑,满足不同应用的QoS需求。资源分配执行模块,网络资源分配系统通过SDN架构的南向接口执行网络资源规划阶段获得的网络配置方案。

[0048] 一种面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配系统,包括:

[0049] 网络状态监测模块,网络资源分配系统中该模块通过南向接口实时收集网络状态信息,建立网络全局状态视图。

[0050] 建立视图的过程:SDN控制器通过一个packet-out消息向所有与之连接的交换机发送LLDP(Link Layer Discovery Protocol,链路层发现协议)数据包,该消息命令交换机将LLDP数据包发送给所有端口,一旦交换机接收到packet-out消息,他就会把LLDP数据包通过其所有的端口发送给与之连接的设备。相邻交换机接收到该消息后将自动执行相应的流表查找操作,因为交换机中并没有专门的流表项用于处理LLDP消息,所以它将通过一个packet-in消息将数据包发送给控制器。而控制器在收到packet-in消息后,会对数据包进行分析并在其保存的链路发现表中创建2台交换机之间的连接记录。网络中其他交换机也都采用相同的方式向控制器发送packet-in消息,因此控制器就能够创建完整的网络拓扑视图。LLDP协议规定的数据结构可以携带网络状态视图信息,通常情况下这些信息存储在数据平台的各个交换机中,本发明将这些信息和网络拓扑结构通过SDN控制器及其上层应用统一保存到全局管控系统的网络状态监测模块中。

[0051] 网络状态视图信息包括:

[0052] 网络拓扑信息:设备间的连通性关系。

[0053] 网络状态信息:数据平台的网络延时、带宽。

[0054] 设备状态信息:网络中设备的能力(设备的能力指设备的最大传输速率、设备带宽、处理时延等)、设备地址、设备标识、接口标识。

[0055] 网络状态分析模块,是指对网络状态监测阶段获得的网络状态视图进行分析,建立网络状态模型,描述网络状态变化规律,用于规划网络资源片方案。

[0056] 将设定时间段内网络状态监测模块输出的网络全局状态视图信息,通过训练、学习、建模的过程获得该段时间内网络的状态模型;该网络模型反应此段时间内网络状态的变化规律;网络拓扑、时延、带宽、设备状态作为建模过程的输入数据;与网络时延、带宽、业务类型相关的网络模型作为建模过程的输出数据。

[0057] 网络资源规划模块,该模块根据网络状态分析模块获得的网络状态模型,为不同业务类型分配不同的网络资源片方案,该过程如图3、图4所示。当新的业务请求到达后,分析业务类型,选择不同的网络资源片,以满足不同应用的QoS需求。该方案依赖于网络分析模块输出的网络状态模型预先规划好的三种业务的网络资源分配方案。规划依据是根据一段时间内的网络状态变化规律,即发现这段时间内该同类型业务通过网络资源片中的节点和链路,分配的带宽和接口能够顺利完成,且实时性还得到了保证。当有设备故障或链路中断后,就重新建立网络模型。

[0058] 资源分配执行模块,网络资源分配系统通过SDN架构的南向接口执行网络资源规划阶段获得的网络配置方案。

[0059] 所述网络状态监测模块收集的网络状态视图信息包括:

[0060] 网络拓扑信息:设备间的连通性关系。

[0061] 网络状态信息:数据平台的网络延时、带宽。

[0062] 设备状态信息:网络中设备的能力(设备的能力指设备的最大传输速率、设备带宽、处理时延等)、设备地址、设备标识、接口标识。

[0063] 所述的网络状态分析模块主要使用的建模方法包括机器学习和时间序列建模。

[0064] 输入:网络状态视图信息

[0065] 输出:网络状态模型

[0066] 建立过程:输入信息经过已有的建模方法,通过学习、训练、构造模型等步骤获得输出结果。

[0067] 所述网络资源规划模块具有两级规划能力,第一级根据业务类型为不同业务类型选择不同的网络资源片,第二级根据业务优先级为不同的业务流分配队列和传输时间窗口。网络资源片定义为完成某项业务所需的网络资源集合,如设备、链路、带宽、接口等。

[0068] 所述第一级资源规划中的网络资源片分配方案主要通过网络虚拟化技术实现,第二级资源分配通过配置流表实现。本专利所指的虚拟化技术是通过SDN控制器将网络资源分配成逻辑上互相独立的资源集合,资源粒度可从设备级、链路级到接口级。

[0069] 所述业务类型包括三类,分别是:实时业务、近似实时业务、非实时业务。本专利中规定实时业务的最大时延不大于10ms;近似实时业务时延在10ms-100ms之间,其他为非实时业务,该业务对时延无特殊要求。

[0070] 所述业务优先级设置为四级,分别是0到3,0级最高,3级最低。优先级指相同业务类型(如都是实时业务)的处理顺序。

[0071] 所述资源分配执行模块主要通过下发流表的方式实现。

[0072] 本发明中的资源分配方法是一个闭环控制过程,各类业务数据的处理流程示意图如图5所示。以实时业务请求为例,交换机发送实时业务请求到控制器,控制器分析实时业务的具体QoS需求,主要包括时延要求、优先级和带宽等;并将分析结果发送到网络资源规划模块中,该模块首先根据网络分析模块建立的当前网络状态模型结合业务需求,计算出最优网络资源集合,构成网络资源片,资源执行模块利用虚拟化技术配置网络资源,下发到网络控制器,并由网络控制器将规则下发到数据平台的交互设备中。网络状态的变化反向影响网络状态信息和网络建模,进而不断改进网络资源分配方案。

[0073] 本发明中的资源分配方法是一个二级资源分配方法,一级资源分配方法中使用的虚拟化技术示意图如图6所示。将工业网络业务类型分为三类,分别是:实时性业务、近似实时业务、非实时业务。不同的业务类型的QoS需求不同,对应的一级网络分配方案也不同,如实时业务对网络的时延要求较高,因此需为该业务类型分配更多可用链路,以提高网络的相应速度,进而降低业务处理时延。近似实时业务的实时性不是很强,但是业务量较大,因此需要分配更多的传输带宽,以保障大量数据的可靠传输。非实时业务主要是对网络状态的监测数据,对实时性和可靠性要求都不高,因此无需考虑太多约束条件,根据网络建模状态分配合理资源集合。

[0074] 本发明中提出的二级资源分配方法,其中第二级分配机制根据业务优先级为不同的业务流分配合理的路由路径,排队队列及队列的传输时间窗口,第二级分配过程示意图如图7所示。第二级资源分配机制中考虑的数据优先级为4级,分别是0到3,0级最高,3级最低。同种类型的业务通过第一级资源分配获得网络资源片,然后根据优先级高低在该资源片上规划传输路径,进而在该路径的相关交换机上配置排队队列,高优先级的传输时间窗口较大,或者传输窗口出现频率较高,以此实现高优先数据流的有线服务,第二级配置机制通过控制器下发更新流表实现。

[0075] 如图8所示,本发明所提出的一种面向工业时间敏感软件定义网络的资源分配方法包括以下具体步骤:

[0076] 步骤1:当有新的业务请求发送到网络资源分配系统后,首先分析业务类型和业务优先级;

[0077] 步骤2:网络资源规划模块根据业务类型选择此业务的网络资源片方案,完成一级资源分配;

[0078] 步骤3:网络资源规划模块接着根据业务优先级在所选择的网络资源片上设置网络的传输队列和时间窗口,完成二级资源分配;

[0079] 步骤4:资源分配执行模块通过下发流表实现网络资源二级分配方案;

[0080] 步骤5:此类业务根据网络资源分配方案在数据平面进行数据传输;

[0081] 步骤6:网络状态监控模块实时监测网络状态,当发现网络中某些设备发生异常,如设备故障、链路中断等,则触发网络资源规划模块,重新规划网络模型并生成网络资源片。

[0082] 以上所述,仅是本申请的几个实施例,并非对本申请做任何形式的限制,虽然本申请以较佳实施例揭示如上,然而并非用以限制本申请,任何熟悉本专业的技术人员,在不脱离本申请技术方案的范围,利用上述揭示的技术内容做出些许的变动或修饰均等同于等

效实施案例,均属于技术方案范围内。

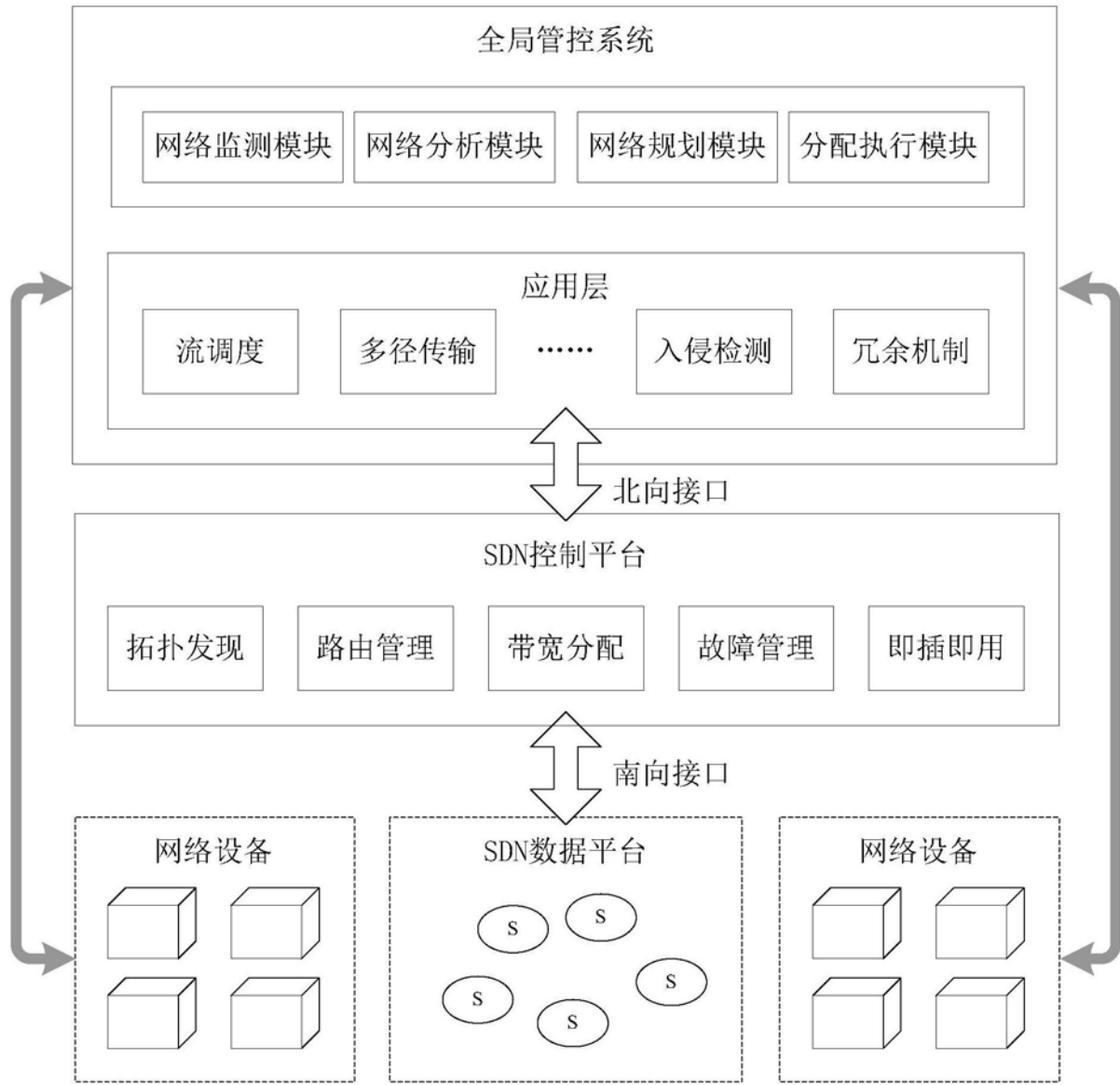


图1

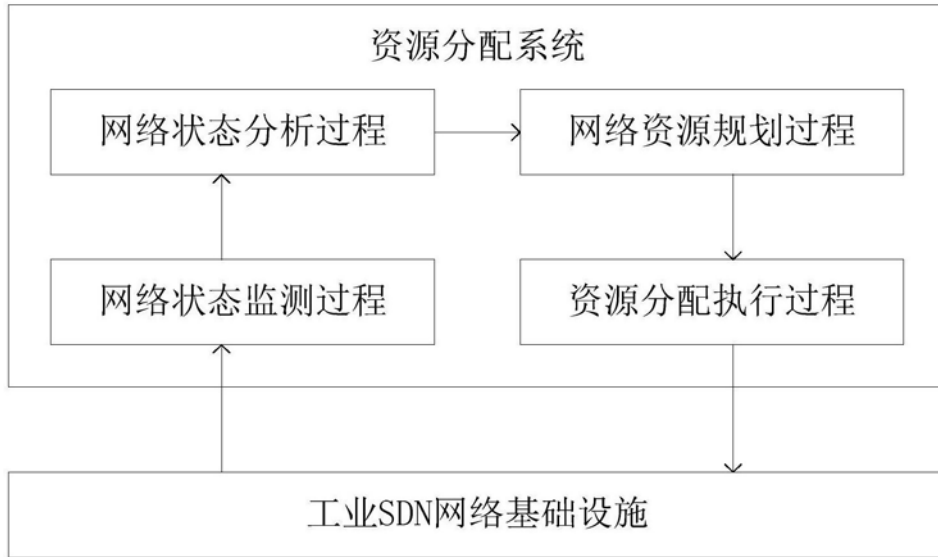


图2

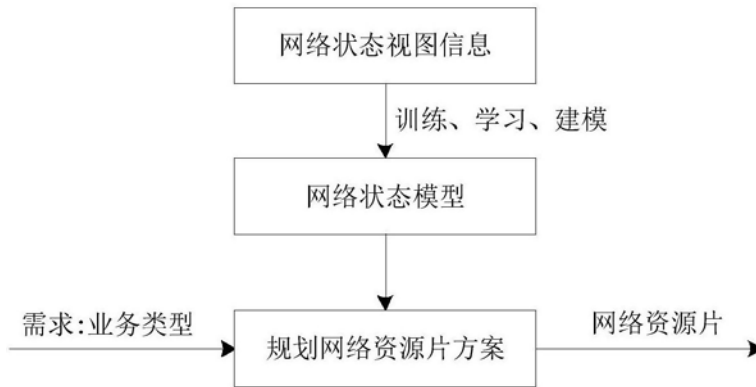


图3

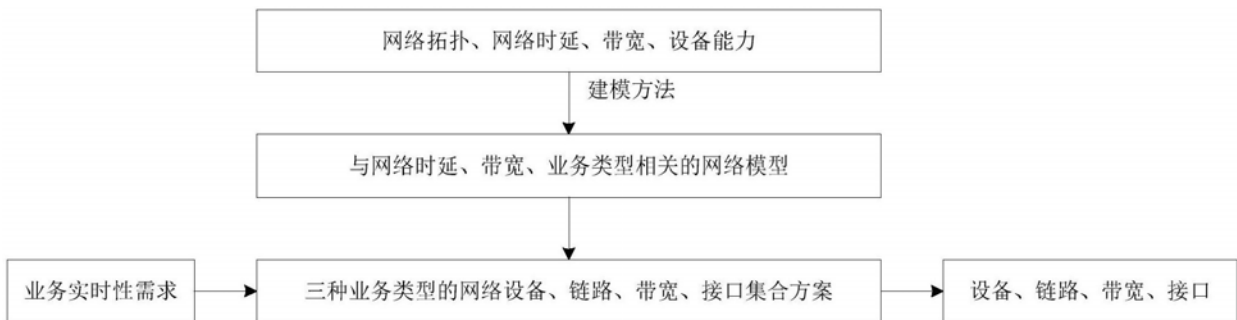


图4

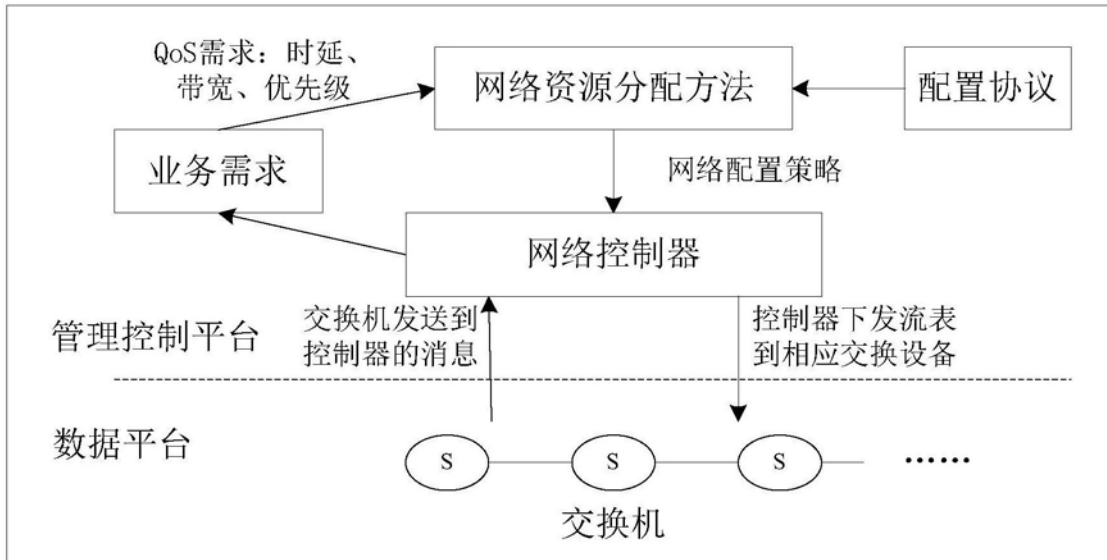


图5

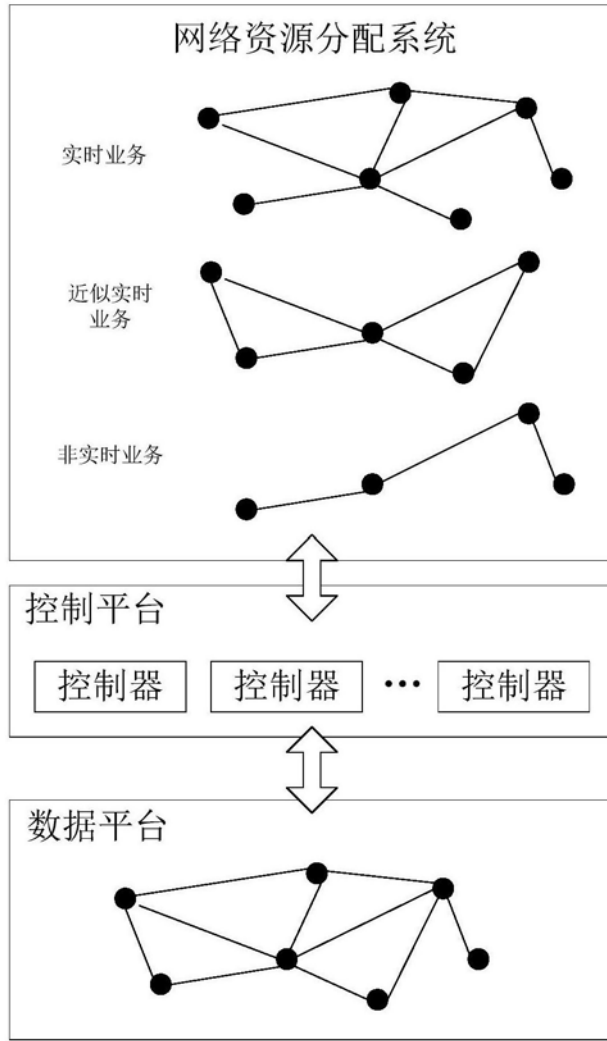


图6

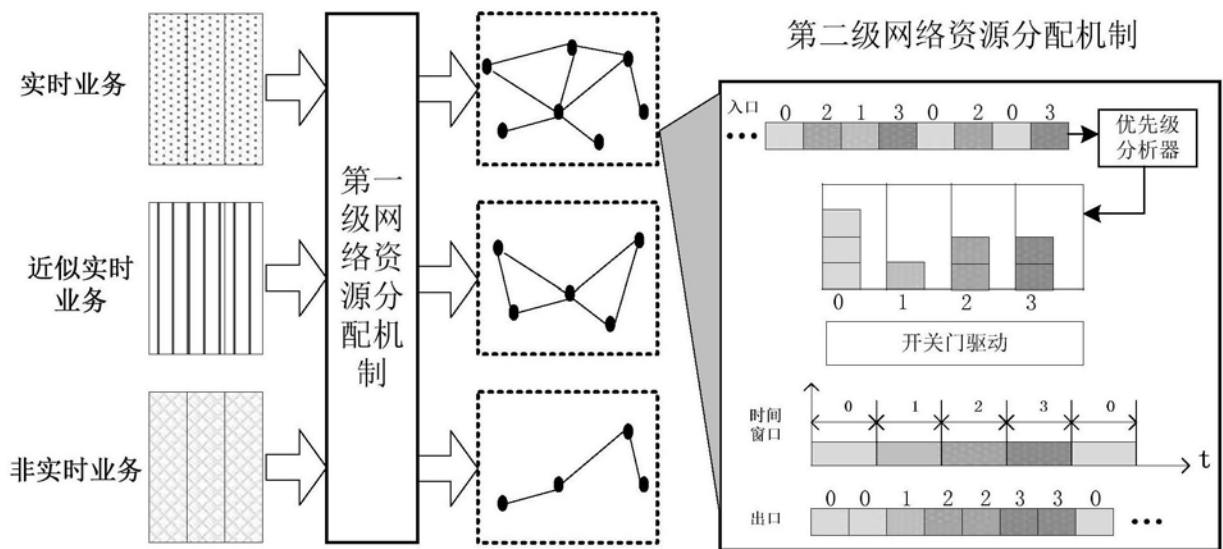


图7

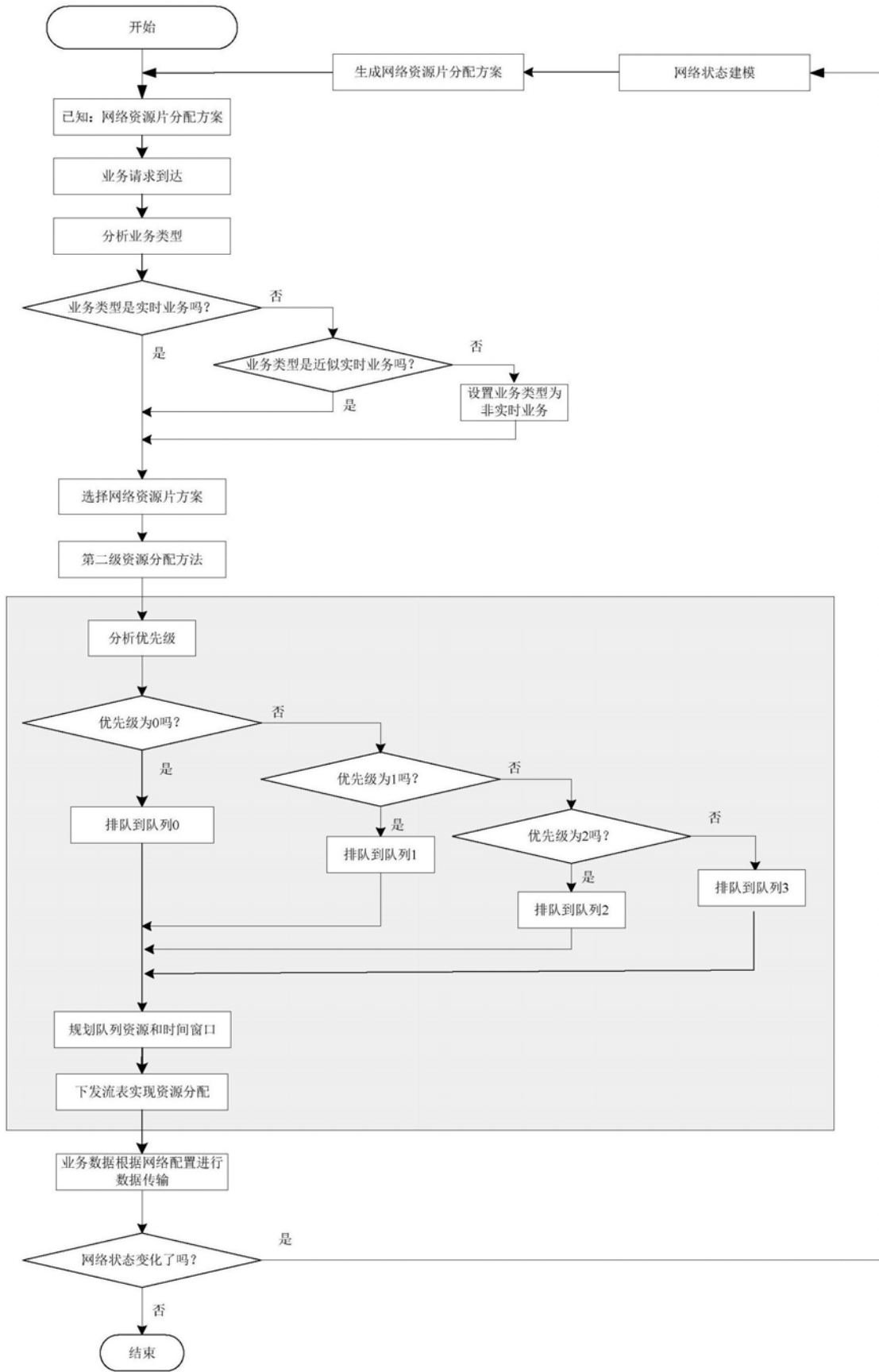


图8